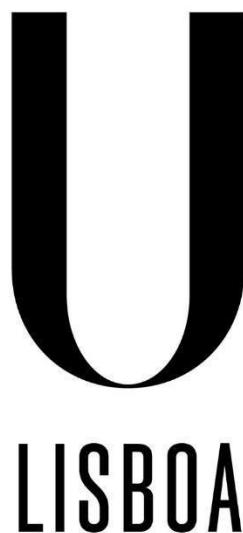


UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Influência do tempo pós-polimerização na
microdureza de resinas bis-acrílicas**

João Carlos Genebra Pisco

Dissertação orientada pelo
Professor Doutor Jaime Pereira Fontes de Almeida Portugal

Dissertação
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2019

Aos meus pais,

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Doutor Jaime Portugal, por toda a disponibilidade que demonstrou, pela orientação, paciência e dedicação. Sem ele, este trabalho não seria o mesmo. Foi um privilégio tê-lo como meu orientador nesta caminhada.

À VOCO e à 3M, pela disponibilização dos materiais necessários para a realização deste protocolo experimental.

À Mariana que além de dupla na clínica tem presença assídua, nos bons e maus momentos, e que faz parte do que melhor estes anos me deram.

Aos meus colegas que fizeram parte, diariamente, do meu percurso académico.

À minha família de dentária, por todos os jantares e momentos partilhados ao longo destes 5 anos.

Finalmente aos meus pais, a quem devo não só o que sou hoje, mas todo o amor e apoio incondicional fulcrais ao longo desta jornada, por acreditarem sempre em mim sem nunca duvidar. Eternamente grato.

RESUMO

Objetivos: O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a variação da microdureza de 2 resinas bis-acrílicas, ao longo do tempo.

Materiais e Métodos: Duas resinas bis-acrílicas comercialmente disponíveis foram testadas: Structur 3 (S3), e Protemp 4 (P4). Um molde de aço inoxidável foi usado para fabricar os espécimes com as dimensões 25x2x2 mm de acordo com as normas ISO 4049:2000. Um total de 100 espécimes foram fabricados por cada material (N=200). Depois de fabricados, os espécimes de cada material foram distribuídos aleatoriamente por 5 grupos (n=20), de acordo com o momento de determinação de microdureza (1,6, 24, 48 ou 96 horas) e guardados em meio seco à temperatura ambiente de 20°C até à realização dos testes de microdureza Knoop. Finalmente todos os espécimes foram testados com a microdureza de Knoop (20 seg; 98,07mN). Foram feitas 3 medições por cada espécime e a média dos 3 resultados determinou a microdureza do espécime. Os dados foram submetidos a testes não paramétricos de acordo com o método de Kruskal-Wallis seguido de comparações múltiplas usando testes de Mann-Whitney com correção de Bonferroni. Foi usado 5% de nível de significância estatística. ($\alpha=0,05$).

Resultados: Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,361$) entre os materiais, mas sim entre os diversos tempos estudados ($p<0,001$), sendo à 1 hora significativamente menor que os restantes tempos ($p<0,05$). Não houve diferenças entre as 6 e as 24 horas ($p=0,185$), nem entre as 24, as 48 e 96 horas ($p>0,05$). Contudo, foram registadas diferenças entre as 6 e as 48 e entre as 6 e as 96 horas ($p<0,05$).

Conclusões: A dureza dos materiais foi semelhante. A microdureza aumentou ao longo do tempo até às 24 horas, a partir deste tempo não se verificou aumento da microdureza.

Palavras-chave: Bis-acrílico; Microdureza; Resinas Compostas; Teste Knoop; Propriedades Mecânicas.

ABSTRACT

Objectives: The aim of the present study was to evaluate changes on microhardness of two bis-acrylic resins, over time.

Materials and Methods: Two commercially available autopolymerized bis-acrylic resins were tested: Structur 3 (S3), and Protemp 4 (P4). A stainless-steel mold was used to fabricate the specimens with a dimension of 25x2x2 mm according to ISO 4049:2000 standards. A total of 100 specimens were fabricated using each material (N=200). After fabrication, the specimens of each material were randomly assigned to 5 groups (n=20) according to the microhardness determination time (1, 6, 24, 48 or 96 hours) and stored in a dry medium at a temperature of 20°C until the Knoop microhardness tests were carried out. Finally, all specimens were tested with Knoop microhardness (20 sec; 98.07 nm). Three measurements were made for each specimen and the mean of the three results determined the microhardness of the specimen. Data were submitted to non-parametric tests according to the Kruskal-Wallis method followed by multiple comparisons using Mann-Whitney tests with Bonferroni correction. A 5% level of statistical significance was used ($\alpha=0.05$).

Results: There were no statistically significant differences ($p=0,361$) between 2 bis-acrylic resins, but the same didn't occur between the different times studied ($p<0.001$). One hour group was significantly lower than the other times ($p<0,05$). There were no differences between 6 and 24 hours ($p=0.185$), nor between 24, 48 and 96 hours ($p>0.05$). However, there were differences between 6 and 48 and between 6 and 96 hours ($p<0.05$).

Conclusion: The hardness of the materials was similar. The microhardness increases over a 24 hour period, although from this time onwards there was no increase in microhardness.

Keywords: Bis-acryl; Microhardness; Composite Resin; Knoop Test; Mechanical Properties.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS	xii
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	7
MATERIAIS E MÉTODOS	9
1. Preparação dos espécimes	9
2. Testes de microdureza	12
3. Análise estatística	14
RESULTADOS	15
DISCUSSÃO	19
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS	25
APÊNDICES	31
1. Dados da microdureza	31
2. Instruções Structur 3	38
3. Instruções Protemp 4	39

ÍNDICES DE QUADROS TABELAS E FIGURAS

<i>Tabela 1: Características das resinas bis-acrílicas usadas.</i>	<i>9</i>
<i>Tabela 2: Distribuição dos espécimes</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 3: Média, desvio padrão (DP), mediana, intervalo interquartil (IQR), valor mínimo e máximo para a microdureza (KHN) por cada grupo experimental (n=20)</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 4: Relação dos tempos e a sua significância estatística.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 1: Resinas bis-acrílicas (Structur 3 e Protemp 4).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2: Molde de aço inoxidável usado na realização dos espécimes</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3: Limpeza dos espécimes com bola de algodão embebidos e álcool.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4: Máquina de microdureza (Duramin, Struers DK 2750, Balleruo, Denmark), com o espécime colocado para indentação e observação.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Visualização e medição da indentação no ecrã da máquina.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6: Relação da microdureza nos materiais em estudo.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7: Influência do tempo de envelhecimento pós-polimerização na microdureza da resina bis-acrílica.....</i>	<i>17</i>

INTRODUÇÃO

A evolução e finalização de um tratamento reabilitador com próteses unitárias ou parciais fixas envolvem várias etapas, entre elas a fase de restauração provisória ou temporária, que deverá desempenhar importantes funções para a manutenção das características biológicas e biomecânicas prévias à colocação da prótese definitiva.

Uma restauração provisória consiste numa prótese ou restauração dentária individual realizada para servir apenas por um curto período⁽¹⁾, após o qual é substituída por uma definitiva.⁽²⁾ As coroas provisórias são essenciais na terapia prostodôntica. Embora uma restauração definitiva possa ser colocada em 2 semanas, devido a diversos eventos, uma restauração provisória pode ter de funcionar por um longo período, tendo de satisfazer tanto a parte biológica como mecânica e estética. No que se refere aos fatores biológicos esta restauração tem de proteger a polpa, manter a saúde periodontal, providenciar compatibilidade oclusal, manter a posição dentária do dente preparado, proteger de forma a evitar fraturas, auxiliar no planeamento de tratamento e diagnóstico, e avaliar o restabelecimento da estética. No que diz respeito aos fatores mecânicos, deve resistir a cargas funcionais, resistir a forças de remoção e manter o alinhamento de direções das forças exercidas sobre esta. Quanto à estética, devem ter estabilidade de cor e translucidez.⁽³⁻⁵⁾

As restaurações provisórias podem também ser usadas com o objetivo de diagnosticar planos oclusais irregulares e alterar a dimensão vertical de oclusão.^(3,6)

Os contornos destas restaurações provisórias devem ser lisos assim como as margens muito bem polidas para evitar irritação gengival, reduzir a acumulação de placa bacteriana e alterações de cor.⁽³⁾

Existem diversos procedimentos usando um vasto número de materiais disponíveis para realizar uma restauração provisória adequada.⁽⁷⁾

Podem ser realizadas através de técnica direta (no consultório utilizando coroas pré-formadas adaptadas diretamente na boca ou por rebasamento de pré-impressão) ou através de técnica indireta (no laboratório, utilizando um modelo de gesso preparado a partir da boca do paciente, resultante ou não de enceramento diagnóstico).^(3,8)

A técnica direta é o método mais utilizado.⁽⁹⁾

Os materiais disponíveis para a realização das restaurações provisórias estão subdivididos quimicamente em metacrilatos e resinas compostas. Os metacrilatos mais comumente usados em medicina dentária são o metilmetacrilato (MMA) e o etil metacrilato

(EMA). As resinas compostas são normalmente representadas por materiais à base de bisfenol A glicidil metacrilato (bis-GMA), uretano-dimetacrilato (UDMA) e bis-acril.

A principal melhoria dos materiais restauradores poliméricos veio no final dos anos 50 e início dos anos 60. Primeiro, Dr. Rafael Bowen começou um trabalho fundamental sobre o uso de derivados de epóxi e de metacrilato de alto peso molecular que incorporaram percentagem de carga inorgânica. A introdução de um alto peso molecular, monómero bifuncional (conhecido como bis-GMA ou resina de Bowen) facilitou muito o desenvolvimento comercial de materiais contendo cargas inorgânicas: os compósitos.^(2,8-10)

A resina composta para restaurações temporárias mais comum no mercado é o grupo Bis-acrílico.^(11,12) Resinas bis-acrílicas são materiais hidrofóbicos similares ao bis-GMA cujo nome completo é 2,2-bis (4(2-hidroxi-3-metacrilóiloxi-propiloxy)-fenil) propano.⁽¹³⁾

Os materiais provisórios à base de compósitos bis-acrílico são compostos pela combinação de dois ou mais tipos de materiais. Normalmente têm na sua constituição três componentes estruturais: matriz orgânica (material de resina plástica que forma uma fase contínua e liga as partículas de carga, normalmente é um dimetacrilato associado a outros monómeros de menor peso molecular como o TEGDMA); um agente de união (que promove adesão entre as partículas de carga e a matriz de resina orgânica, como o silano, uma molécula bifuncional capaz de se unir tanto à carga inorgânica como à matriz polimérica), e partículas de carga inorgânica (partículas de reforço e/ou fibras dispersas na matriz, usualmente são partículas de vidro, quartzo e/ou sílica).^(14,15) - parte inorgânica que representa aproximadamente 40% do seu peso.

Estas partículas podem ter diferentes tamanhos variando de finas partículas (0,5 a 3 µm) a micropartículas (0,04 a 0,2 µm), enquanto que o formato pode ser regular ou irregular.⁽¹²⁾

O bis-acrílico tem sido o material de eleição na realização de mock-up e restaurações provisórias.⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ Este material foi introduzido por promover uma estabilidade mecânica a longa duração.⁽¹⁹⁾ A popularidade do bis-acrílico nas restaurações provisórias é o resultado do seu simples fabrico e métodos de manuseamento, a sua estética desejável, e por possuir propriedades superiores quando comparado com as resinas convencionais e facilidade de polimento e acabamento^(20,21), contudo esta última não é consensual.^(2,22) Estas propriedades incluem uma baixa contração de polimerização, reduzida reação exotérmica^(2,22-24), o reduzido tempo para a realização de restaurações provisórias, boa adaptação marginal, facilidade de reparação e rebasamento e estética favorável quando comparada com as resinas de base polimetilmetacrilato.^(16,17,25,26)

Estes materiais têm ainda uma alta resistência à fratura devido à presença de uma elevada quantidade de nanopartículas de preenchimento na sua composição.^(16,27)

A resina bis-acrílica tem a sua formulação no formato pasta/pasta e a sua reação de polimerização dá-se em 3 fases. A primeira fase começa com uma pasta de consistência fluida que tem uma duração de 60 a 75 segundos. A segunda fase ocorre ao longo dos seguintes 4 minutos e é uma reação de polimerização com ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas que permite ao polímero elevada resistência à compressão. Ao final de 5 minutos, na última fase, a resina alcança uma dureza que lhe permite passar pelo processo de acabamento e polimento, o que caracteriza um tempo de fabrico bem menor do que as demais resinas.⁽²⁸⁾

A resina bis-acrílica possui como vantagens um sistema de auto-mistura com aplicador, e ausência de dor. Como desvantagem, possui pouca resistência em regiões de alta concentração de tensão.⁽²⁹⁾ Porém, possui capacidade de reparação com o mesmo material, resinas compostas tradicionais ou resinas *flow*.^(30,31)

Para a realização de uma restauração com resina bis-acrílica, independentemente de ser unitária ou múltipla, é necessário que se utilize uma matriz onde o material é colocado e em seguida levado à boca, sobre o preparo. Há menores riscos de danos pulpares com resina bis-acrílica, comparado com as resinas de polimetil-metacrilato uma vez que a resina bis-acrílica normalmente gera muito menos calor durante o processo de polimerização.⁽³²⁾

Contudo, as resinas bis-acrílicas também apresentam desvantagens como o elevado custo, baixa resistência à deformação e instabilidade cromática.^(1,17,23) Estas desvantagens tornam-se mais evidentes quando as restaurações provisórias são mantidas por um maior período⁽³³⁾, aumentando ainda o custo e o tempo de tratamento devido à necessidade de substituição das restaurações provisórias antes do prazo estipulado.^(34,35)

A polimerização do material pode ser quantificada pelo grau de conversão dos monómeros em polímeros.⁽³⁶⁾ O grau de conversão consiste no número de ligações duplas de carbono, que são convertidas em ligações simples. Deve ser atingido um determinado valor de grau de conversão para que o material desenvolva propriedades físicas e mecânicas adequadas, a fim de suportar forças de mastigação e de alcançar biocompatibilidade, diminuindo a quantidade de monómeros livres libertados e aumentando a estabilidade de cor.⁽³⁷⁾ Resinas baseadas em UDMA são mais reativas, do que resinas baseadas em Bis-GMA, levando a um maior grau de conversão.⁽³⁸⁾ A polimerização incompleta pode dever-se a reações colaterais das espécies radicais e à camada de inibição de oxigénio, que contém monómeros e oligómeros não polimerizados, que podem ser libertados e que reduzem os valores de grau de conversão. Estudos *in vitro* verificaram que a conversão insuficiente pode causar reações alérgicas e estimular o crescimento bacteriano nas margens das restaurações, podendo ainda os monómeros atuar como plastificantes e comprometer as propriedades mecânicas dos compósitos.⁽³⁹⁾ Foi

demonstrado que as propriedades das resinas compostas tendem a melhorar à medida que a microdureza e o grau de conversão aumentam.^(40–42)

A microdureza não pode ser utilizada para comparar o grau de conversão de diferentes compósitos, no entanto existe uma boa correlação entre o aumento da dureza e o aumento do grau de conversão para o mesmo material.⁽⁴³⁾

Num sentido muito amplo, pode definir-se a dureza como sendo a resistência que um material oferece à indentação ou penetração permanente da sua superfície. A dureza é uma medida da resistência à deformação plástica e mede-se como uma força por unidade de superfície de indentação. Quanto à sua aplicação à medicina dentária, esta propriedade indica a facilidade para o acabamento de uma estrutura e a sua resistência às micro-indentações durante a sua atividade.

A propagação destas micro-indentações nas resinas bis-acrílicas ocorre primariamente através da matriz polimérica entre as partículas de carga.⁽⁴⁴⁾

Alguns dos métodos mais utilizados para comprovar a dureza dos materiais de restauração são as provas de *Brinell*, *Knoop*, *Vickers*, *Rockwell* e *Shore A*. Apesar das suas diferenças, todas elas têm em comum a dependência da penetração de algum objeto de forma geométrica definida na superfície do objeto estudado.

O método estudado consiste em aplicar uma força normalizada ou um peso determinado sobre a ponta indentadora. A aplicação desta força sobre a superfície produz uma indentação de forma simétrica, no qual se pode medir a profundidade, a superfície ou a largura com o auxílio de um microscópio. De seguida, correlacionam-se as dimensões da indentação com os valores tabelados. Com uma carga fixa aplicada a um indentador normalizado, as dimensões da indentação variam de forma inversa em relação à resistência à penetração do material examinado.⁽⁴⁵⁾

Os testes de dureza consistem na indentação de uma ponta estática diamantada sob carga no material testado, durante algum tempo. Após a remoção da carga, a impressão microscópica obtida é avaliada. Para o teste de *Knoop* a ponta é de forma romboide e as medidas são registadas na diagonal mais longa da impressão. Numa impressão de *Knoop* a recuperação elástica iria afetar maioritariamente a diagonal menor e, conseqüentemente, influenciar menos os resultados obtidos. Por esta razão, atualmente, a ponta *Knoop* é a mais utilizada quando se estudam materiais poliméricos.⁽⁴⁶⁾

A prova de *Knoop* foi idealizada para colmatar as necessidades de um método de ensaio por microindentação. O número de dureza *Knoop* (KHN) é o quociente entre a carga aplicada e a superfície da indentação e calcula-se com a seguinte fórmula: $KHN = L/l^2 C_p$

L = carga aplicada; l = longitude da diagonal larga da indentação e C_p =constante que relaciona l com a superfície projetada da indentação. O KHN expressa-se em kg/mm^2 .

Quando maior é o KHN mais duro é o material. O método de *Knoop* está desenhado para que se possam aplicar cargas variáveis pelo indentador. Este método tem como vantagem a possibilidade de estudar materiais de dureza muito diferentes apenas mudando a magnitude da carga aplicada. As principais desvantagens deste método são a necessidade de uma amostra plana e com superfície muito polida para que as provas e o tempo que se requer para a mesma sejam consideravelmente maiores que o que se necessita para outras com um grau de controlo muito menor.

Prova de *Vickers*: este método baseia-se num princípio similar às provas de *Knoop*, também válida para medir a dureza dos materiais, excetuando que se utiliza como indentador um diamante talhado em forma de pirâmide de 136 graus que se faz penetrar no material por meio de uma carga definida. O indentador produz uma indentação quadrada, cujas diagonais se vão medir. Esta técnica é especialmente útil para medir a dureza de zonas pequenas e de materiais muito duros.⁽⁴⁵⁾

A prova de *Knoop* é o método mais comumente indicado para avaliação dos materiais poliméricos, tais como as resinas compostas, uma vez que minimiza o efeito de recuperação elástica frequentemente observada nestes materiais.⁽⁴⁶⁾

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo pós-polimerização na microdureza de duas resinas bis-acrílicas, ao fim de 1, 6, 24, 48 ou 96 horas de acordo com as hipóteses:

H0₁: Não há diferenças entre a microdureza dos 2 materiais testados.

H1₁: Há diferenças entre a microdureza dos 2 materiais testados.

H0₂: O tempo pós-polimerização não influencia a microdureza da resina bis-acrílica.

H1₂: O tempo pós-polimerização influencia a microdureza da resina bis-acrílica.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Preparação dos espécimes

Duas resinas bis-acrílicas autopolimerizadas comercialmente disponíveis foram testadas (Figura 1): Structur 3 (S3), cor A3 (Lote No.1807226, ref. 2505, data de validade 2020-02, VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha) e Protemp 4 (P4), cor A3 (Lote nº 628352, ref. 70201132621, data de validade 2020-01, 3M ESPE, St. Paul Minnesota, EUA) (Tabela 1).

Tabela 1: Características das resinas bis-acrílicas usadas.

<i>Material</i>	<i>Abreviação</i>	<i>Lote Nº/Fabricante</i>	<i>Composição</i>
Structur 3	S3	1807226/ VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha	Catalisador (Uretanodimetacrilato, Bis GMA, peróxido de benzoilo); Base Uretanodimetacrilato.
Protemp 4	P4	628352/ 3M ESPE, St..Paul Minnesota, USA	Catalisador (2,2'- [(1-metiletilideno) bis (4,1-fenilenoxi)] - bisetidiacetato, ácido benzil-fenil-barbitúrico, sílica tratada com silano, 3,5,5-trimetilperoxi-hexanoato de terc-butil); Base (Dimetacrilato (bisema6), sílica amorfa tratada com silano, produtos da reação de 1,6-diisocianato-hexano com 2 - [(2-metacriloil) etil] 6-hidroxihexanoato e 2-hidroxietilmetacrilato (desma), sílica tratada com silano).

**De acordo com a informação fornecida pelos fabricantes.*

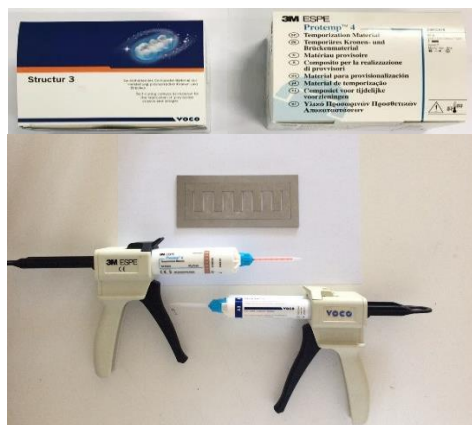


Figura 1: Resinas bis-acrílicas (Structur 3 e Protemp 4).

Um molde de aço inoxidável foi usado para fabricar os espécimes de resina bis-acrílica com uma dimensão de 25-2-2 mm de acordo com as normas ISO 4049: 2000 (Figura 2). Cada resina bis-acrílica foi manipulada de acordo com as instruções do fabricante (ver anexos 2 e 3) e inserida no molde colocado numa folha de acetato e uma placa de vidro. O molde foi vaselinado previamente à colocação das resinas para facilitar a posterior remoção destas. Uma segunda placa de acetato e uma placa de vidro foram colocadas sobre o material e uma pressão digital foi aplicada para deslocar o excesso de material do molde. Todos os espécimes foram polimerizados sem perturbações durante 4 minutos (Structur 3) ou 5 minutos (Protemp 4) de acordo com as instruções do fabricante. Após a conclusão do processo de polimerização, os espécimes foram removidos do molde, cuidadosamente inspecionados e o excesso foi removido com uma espátula. Todos os espécimes que apresentaram poros ou irregularidades foram descartados. Os espécimes foram limpos com uma bola de algodão embebida em álcool (Figura 3). A bola de algodão foi usada para remover a camada superficial de material que poderia ter a polimerização inibida devido ao contato com o oxigênio, de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes.

Um total de 100 espécimes de paralelepípedos foram fabricados com cada material (N=200).

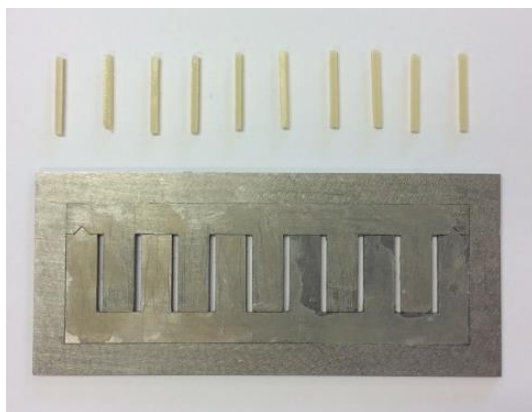


Figure 2: Molde de aço inoxidável usado na realização dos espécimes.



Figure 3: Limpeza dos espécimes com bola de algodão embebida em álcool.

Após a elaboração dos espécimes, foram divididos aleatoriamente em dez grupos experimentais, cinco grupos para a resina bis-acrílica Structur 3 e cinco para a resina bis-acrílica Protemp 4, cada grupo representa um dos tempos estipulados inicialmente, ficando cada grupo com 20 espécimes ($n = 20$). Todos os procedimentos foram realizados de maneira padronizada pelo mesmo operador.

De acordo com o grupo experimental, os testes de microdureza foram realizados à 1, 6, 24, 48 ou 96 horas após o início da manipulação do bis-acrílico.

Tabela 2: Distribuição dos espécimes

200 Espécimes de resina bis-acrílica									
100 Structur 3 (S3)					100 Protemp 4 (P4)				
Grupo experimental (n=20)									
20 1h	20 6h	20 24h	20 48h	20 96h	20 1h	20 6h	20 24h	20 48h	20 96h
Cada um dos espécimes foi medido em 3 pontos diferentes e feita a média para o valor final de microdureza do espécime.									

2. Testes de Microdureza

A microdureza de todos os espécimes foi obtida utilizando um microdurómetro (Duramin, Struers DK 2750, Balleruo, Dinamarca), com um indentador de diamante Knoop, com formato de pirâmide alongada (Figura 4). Os parâmetros do teste de microdureza foram HK 98,07 mN de carga durante 20 segundos.



Figure 4: Máquina de microdureza (Duramin, Struers DK 2750, Balleruo, Denmark), com o espécime colocado para indentação e observação.

Usando o software Duramin, após cada indentação, o comprimento dos recortes piramidais foi imediatamente medido pelo mesmo operador com uma objetiva de 40x, num período máximo de dez segundos, os eixos verticais da máquina coincidem nos vértices do eixo horizontal da indentação (Figura 5).

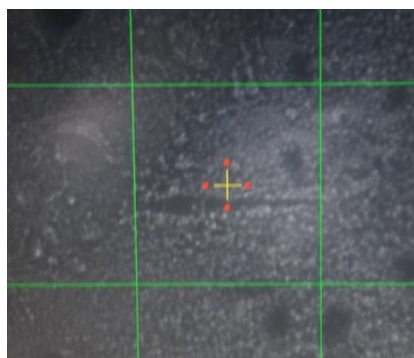


Figure 5: Visualização e medição da indentação no ecrã da máquina.

A conversão dessas medidas em números de dureza Knoop (KHN) foi feita automaticamente pelo equipamento. Três medições equidistantes foram feitas em cada amostra, a primeira foi feita no centro do espécime as outras foram realizadas a 1 mm para cada lado da primeira, e a média dessas três medições deu o valor final de microdureza de cada espécime. Os espécimes ficaram sempre em placas de Petri devidamente identificadas de acordo com a hora a que teria de ser analisada a microdureza, ficando sempre em seco à temperatura ambiente do laboratório ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 25.0 (IBM Corp. Armonk, NY, EUA).

Começou por se realizar a análise estatística descritiva calculando a média, desvio padrão, mediana, intervalo interquartil, valores máximo e mínimo de cada um dos 10 grupos experimentais.

Por não se ter verificado a normalidade da distribuição da amostra (teste de Shapiro-Wilk; $p < 0,001$), os dados foram submetidos a testes não paramétricos. A comparação entre a microdureza obtida nas duas resinas bis-acrílicas foi realizada com recurso ao teste de Mann-Whitney. Para a análise da influência do tempo de pós-polimerização na microdureza foi utilizado o método de Kruskal-Wallis, seguido de múltiplas comparações usando testes de Mann-Whitney com correção de Bonferroni para determinar a existência de diferenças entre os grupos.

Em todos os testes estatísticos, considerou-se o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

A estatística descritiva encontra-se descrita na Tabela 3, identificando a média, mediana, desvio padrão, intervalo interquartil, valores máximos e mínimos de cada grupo experimental.

Tabela 3: Média, desvio padrão (DP), mediana, intervalo interquartil (IQR), valor mínimo e máximo para microdureza (KHN) por cada grupo experimental (n=20).

<i>Material</i> <i>bis-acrílico</i>	<i>Tempo</i> <i>Pós-polimerização</i>	<i>Média</i> <i>(DP)</i>	<i>Mediana</i> <i>(IQR)</i>	<i>Valor mínimo</i>	<i>Valor máximo</i>
Structur 3	1h	2,4 (0,36)	2,3 (0,55)	1,9	3,3
	6h	2,7 (0,46)	2,6 (0,49)	2,0	4,1
	24h	3,2 (0,73)	3,0 (0,89)	2,3	5,0
	48h	3,5 (0,74)	3,4 (0,79)	2,4	5,8
	96h	3,2 (0,76)	3,2 (1,11)	2,0	4,5
Protemp 4	1h	2,1 (0,26)	2,1 (0,40)	1,8	2,7
	6h	2,7 (0,55)	2,6 (0,81)	1,9	4,2
	24h	3,0 (0,54)	2,9 (0,52)	2,2	4,3
	48h	3,3 (0,79)	3,2 (0,89)	2,3	5,0
	96h	3,3 (0,78)	3,3 (0,88)	1,6	4,8

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,361$) na comparação entre a microdureza das duas resinas bis-acrílicas testadas (figura 7).

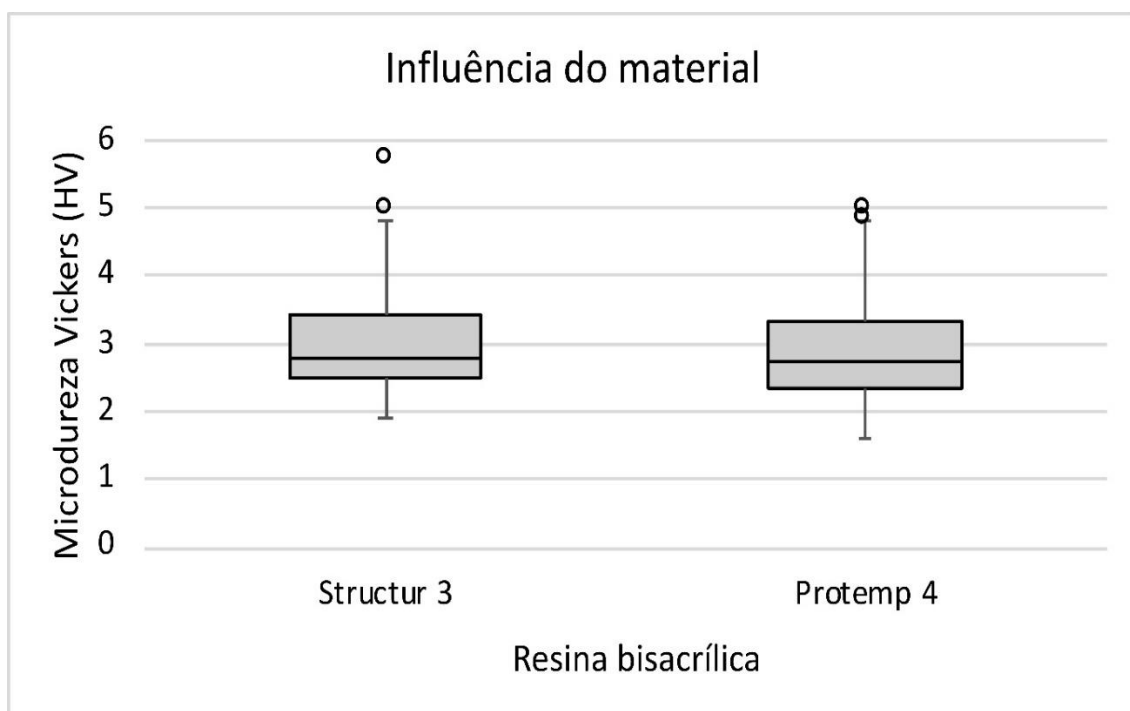


Figura 6: Relação da microdureza nos materiais em estudo. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p=0,361$) entre os materiais.

O teste de Kruskal-Wallis permitiu identificar a influência estatisticamente significativa ($p<0,001$) do tempo pós-polimerização sobre a microdureza do bis-acrílico (figura 8). De acordo com os resultados obtidos nas comparações múltiplas realizadas em seguida, a microdureza obtida ao fim de 1 hora é estatisticamente ($p<0,05$) mais baixa que a obtida ao fim de todos os outros tempos pós-polimerização (tabela 4). Foi observado um aumento estatisticamente significativo ($p<0,05$) da microdureza das 6 horas para as 48 e 96 horas. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as 24, 48 e 96 horas ($p>0,05$).

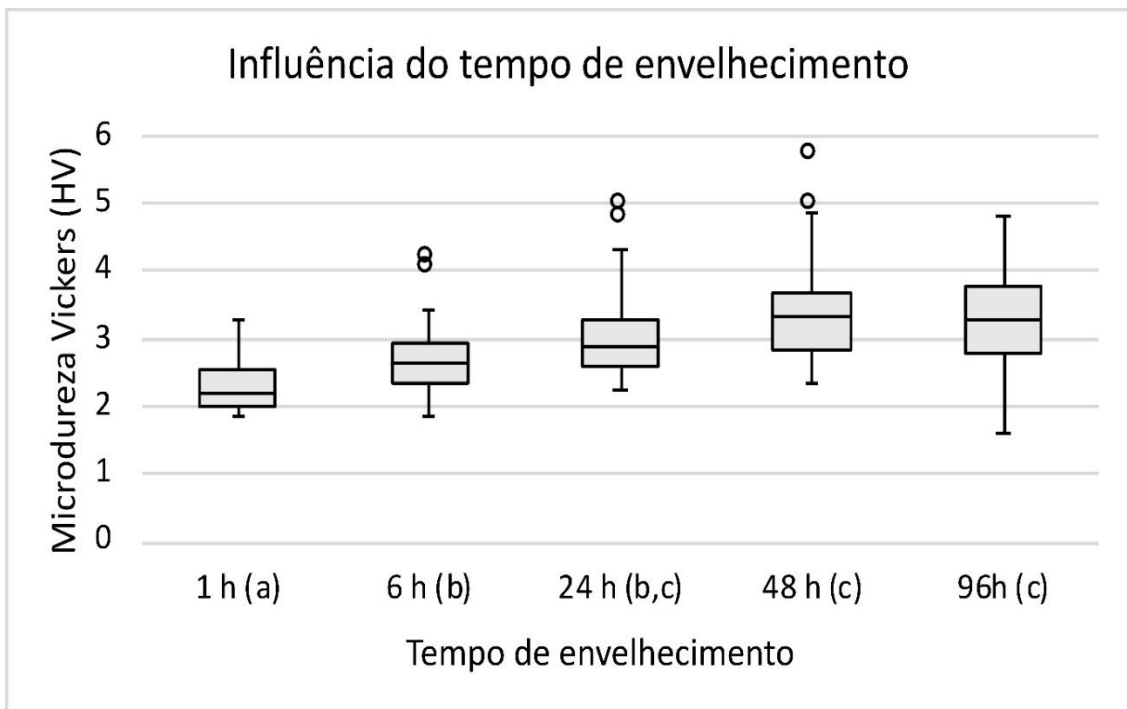


Figura 7: Influência do tempo de envelhecimento pós-polimerização na microdureza da resina bis-acrílica. . Tempos com a mesma letra entre parenteses não se apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p \geq 0,05$) entre si.

Tabela 4: Relação dos tempos e a sua significância estatística.

Relação dos Tempos	Significância Estatística
1 h – 6 h	0,009
1h - 24 h	0,000
1 h – 96 h	0,000
1 h - 48 h	0,000
6 h – 24 h	0,185
6 h - 96 h	0,006
6 h – 48 h	0,000
24 h - 96 h	1,000
24 h – 48 h	0,816
96 h - 48 h	1,000

$p < 0,05$

DISCUSSÃO

Restaurações provisórias são procedimentos importantes durante os tratamentos dentários, esperando-se que as restaurações funcionem por um longo período ou quando a terapia adicional é necessária antes da conclusão da reabilitação. Estes materiais não devem apenas satisfazer os requisitos mecânicos e resistência ao desgaste, para ajudar a manter a posição dos dentes preparados, mas também atender às demandas biológicas e estéticas. Vários materiais estão disponíveis para a realização de restaurações provisórias, mas até o momento nenhum deles provou ser o mais preciso e estável.⁽⁴⁷⁾ Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar e comparar a resistência à dureza de 2 materiais restauradores provisórios de resina bis-acrílica comercialmente disponíveis e testar em que altura após a sua polimerização atingem a microdureza mais elevada.

Entre os materiais com boa resistência ao desgaste, o risco de perfuração é altamente reduzido e a integridade estrutural é mantida. Muitos tipos de testes de dureza estão disponíveis, incluindo Vickers, Knoop, Shore, Rockwell etc. No presente estudo, a KHN foi usada para determinar os valores de dureza de dois materiais de teste.⁽⁴⁸⁾

O número de dureza Knoop é derivado do comprimento de um entalhe feito por uma ferramenta de corte romboidal sob uma determinada carga. A geometria da ferramenta é significativa, uma vez que a medição resulta de um corte estável feito pelo longo eixo da ferramenta, enquanto a indentação feita pelo eixo mais curto permite a recuperação elástica do material.⁽⁴⁹⁾

Além disso, é o método mais comumente indicado para avaliação dos materiais poliméricos, tais como as resinas compostas, uma vez que minimiza o efeito de recuperação elástica frequentemente observada nestes materiais⁽⁴⁶⁾, daí ter-se optado por este teste.

Foram escolhidos estes 2 materiais por estarem disponíveis no mercado e por serem dos mais utilizados dentro da família das resinas bis-acrílicas. A experiência foi realizada de modo a envolver o menor número de vieses, contudo, apesar de ter sido padronizado a forma de preparação dos espécimes, a forma como foram guardados e a sua medição; a homogeneidade das misturas na pistola de auto-mistura, a presença de poros internos, e a libertação de tensão da amostra não podem ser controladas.

As dimensões utilizadas no presente estudo são diferentes do ISO, porém também observadas em estudos prévios.⁽⁵⁰⁻⁵³⁾

Relativamente aos tempos estudados, começou-se a partir da 1 hora pois num estudo piloto realizado antes, verificou-se que as resinas bis-acrílicas não indentavam antes deste

tempo de forma perceptível a poder ser registado o seu valor.

Quando comparados os resultados entre os materiais não revelaram diferenças significativas no que diz respeito à propriedade microdureza estudada, pelo que não foi possível rejeitar a primeira hipótese em estudo. Tal facto pode estar relacionado com os 2 materiais Protemp 4 e Structur 3 pertencerem à mesma família que é as resinas bis-acrílicas, e as diferenças nas suas constituições não serem relevantes de forma a alterarem o comportamento dos materiais à resistência em serem indentados ao longo do tempo.

O tempo pós-polimerização revelou-se influente na microdureza dos materiais estudados pelo que foi possível rejeitar a segunda hipótese em estudo. O grupo em que os testes de microdureza foram realizados 1 hora após a elaboração dos espécimes obteve valores de microdureza menores do que todos os outros grupos de estudo. Apesar de entre as 6 e as 24 horas não se terem verificado diferenças entre os valores obtidos, é possível identificar um aumento da microdureza ao longo do tempo, que depois se mantém estável a partir das 24 horas pós-polimerização. Tal evolução foi também encontrada em estudos anteriores^(13,54), que indicam que a microdureza das resinas bis-acrílicas aumenta até às 24 horas.

Na técnica direta convencional, as restaurações provisórias estão em contato direto com a saliva e com a humidade intraoral imediatamente após a sua realização.⁽⁴⁹⁾ No grupo das 24 horas os resultados não apresentaram valores diferentes com os grupos das 48 horas e 96 horas o que vai de acordo com outro estudo⁽⁵⁵⁾, que concluiu que as durezas dos materiais provisórios não apresentavam diferenças significativas depois de 7 dias armazenados em água, apesar de neste estudo o armazenamento ter sido realizado a seco. Está ainda descrito na literatura que após 30 dias de armazenamento de água, nenhuma das resinas bis-acrílicas reduziu significativamente o seu comportamento mecânico em comparação com os grupos testados após 24 h.⁽⁹⁾

Isso significa que independentemente da composição química básica, as restaurações provisórias manualmente fabricadas poderiam sofrer efeitos de inibição da polimerização devido ao oxigénio, o que afeta propriedades mecânicas de longo prazo e estabilidade de cor. As restaurações *provisórias* são frequentemente colocadas e cimentadas logo após a confeção (10 a 30 minutos após a colocação), expondo-as à tensão oclusal quase imediatamente. Devido a isso, a estabilidade mecânica neste estágio inicial é essencial para evitar a falha da provisória.

Atualmente, os materiais de restauração provisória estão disponíveis em blocos para serem usados por sistemas CAD / CAM. A polimerização destes blocos é feita em condições controladas, o que permite obter um maior grau de conversão do que os materiais que são polimerizados na boca, o que significa que as restaurações provisórias fabricadas a partir de

blocos, sejam monometacrilato ou dimetacrilato, têm propriedades mecânicas superiores às aquelas fabricadas convencionalmente através das técnicas diretas a partir do momento em que a restauração é realizada.

O bom desempenho de um material provisório não se baseia exclusivamente nas suas propriedades mecânicas, mas também na sua interação com o seu ambiente imediato; portanto, outros fatores, como adaptação marginal, estabilidade de cor e resposta de polpa e gengiva precisam, também, de ser avaliados.

Por essa razão, estudos clínicos devem ser conduzidos para conferir maior validade externa aos presentes achados.⁽⁴⁹⁾

Não há estudos publicados sobre exatamente quais propriedades mecânicas medidas podem ajudar melhor o clínico a prever o desempenho *in vivo* de materiais restauradores provisórios.⁽⁵⁶⁾ O clínico deve estar ciente de todos os atributos de vários materiais e escolher o material intermediário apropriado para cada paciente.⁽⁵⁷⁾

Quanto às limitações do presente estudo, encontra-se o problema presente em todos os estudos *in vitro*; isto é, correlações de propriedades medidas numa bancada de laboratório com o que ocorre sob condições clínicas. A avaliação indireta da resistência ao desgaste através da medição de uma propriedade diferente, neste caso a microdureza. O desgaste foi estudado pela medida de várias propriedades mecânicas, incluindo a dureza, mas que raramente há uma correlação de 1: 1 entre o desgaste observado clinicamente e aquele medido no laboratório.⁽⁴⁾

Neste estudo, as superfícies dos espécimes eram planas, enquanto, clinicamente, as restaurações provisórias teriam uma forma irregular com superfícies convexas e côncavas onde a resistência a indentações poderia ser menor.⁽⁵⁸⁾

Seria interessante realizar a mesma experiência com envelhecimentos dos espécimes em meio de saliva artificial em vez de a seco para se aproximar mais da realidade da boca.

Na cavidade oral, as restaurações provisórias são expostas a forças de diversas magnitudes, que atuam em diferentes direções, e na boca estão expostas a variadas temperaturas que podem alterar as características da amostra. Situação que não foi simulada na experiência.

A forma dos espécimes não refletiu a forma de uma prótese parcial fixa de múltiplas unidades.

Apenas dois produtos foram incluídos para representar todas as resinas bis-acrílicas, extrapolações dos resultados devem ser tomadas com cuidado.⁽⁵⁹⁾

Os materiais à base de resina apresentam melhores valores de dureza comparando com os valores do PMMA, que pode ser atribuído ao maior grau de conversão, devido a monômeros multifuncionais de resina bis-acrílica que aumentam a força da resina devido a ligações

cruzadas com outros monómeros. Adicionalmente partículas de carga podem ainda aumentar a dureza e a força da resina.^(28,50,58) Os achados destes estudos também foram semelhantes ao resultado obtido num estudos anterior⁽⁶⁰⁾, que descobriu que todos materiais de resina composta exibiram microdureza superior sobre as tradicionais resinas de metacrilato num intervalo de 14 dias de investigação, contudo a dureza da maioria dos materiais diminuiu após 14 dias de condicionamento em saliva artificial. Segundo os autores, estas resinas contêm cargas inorgânicas para aumentar sua resistência à abrasão e diminuir a contração de polimerização em comparação ao PMMA usado nos outros grupos.

Assim, é necessária mais investigação sob condições clínicas mais próximas que as simuladas para se perceber qual o tempo adequado para melhores propriedades das resinas provisórias bis-acrílicas.

CONCLUSÕES

Não foram encontradas diferenças entre a microdureza dos 2 materiais testados.

O tempo pós-polimerização influencia a microdureza da resina bis-acrílica. A microdureza das resinas bis-acrílicas testadas aumenta ao longo do tempo pós-polimerização, mantendo-se estável a partir das 24 horas.

REFERÊNCIAS

1. Balkenhol M, Ferger P, Mautner MC, Wöstmann B. Provisional crown and fixed partial denture materials: Mechanical properties and degree of conversion. *Dent Mater.* 2007; 23(12):1574–1583.
2. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2003; 90(5):474-972.
3. Rosenstiel S, Land M, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics* 3rd Edition, St. Louis, Mosby. 2000; 380–416.
4. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. *Materiais Dentários Sétima Edição.* 2002;85-91;268-271.
5. Johnston; JF, Dykema; RW, Goodacre; CJ, Phillips RW. *Modern Practice In Fixed Prosthodontics.* Philadelphia: Saunders. 1986.
6. Gough M. A review of temporary crowns and bridges. *Dent Update.* 1994;21(5):203-7.
7. McDonald TR. *Contemporary Temporization.* Dent Econ [Internet]. 2009; Available from: [http://drthomasmcdonald.com/Office_Web_Site/DENTISTS_files/Contemporary Temporization DE 7-09.pdf](http://drthomasmcdonald.com/Office_Web_Site/DENTISTS_files/Contemporary_Temporization_DE_7-09.pdf)
8. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations. *J Prosthet Dent.* 2015; 114:594-601.
9. Schwantz JK, Oliveira-Ogliari A, Meereis CT, Leal FB, Ogliari FA, Moraes RR. Characterization of bis-acryl composite resins for provisional restorations. *Braz Dent J.* 2017; 28:354-361.
10. Shim J-S, Lee J-Y, Choi Y-J, Shin S-W, Ryu J-J. Effect of light-curing, pressure, oxygen inhibition, and heat on shear bond strength between bis-acryl provisional restoration and bis-acryl repair materials. *J Adv Prosthodont.* 2015; 7:47-50.
11. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosthet Dent.* 2002;87(4):364-379.
12. Moszner N, Fischer UK, Angermann J, Rheinberger V. Bis-(acrylamide)s as new cross-linkers for resin-based composite restoratives. *Dent Mater.* 2006;22(12):1157-1162.
13. Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent.* 2013;110:21-28.

14. Hansen PA, Sigler E, Husemann RH. Making multiple predictable single-unit provisional restorations using an indirect technique. *J Prosthet Dent.* 2009;102(4):260-263.
15. Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials* 11th Edition: Elsevier Health Sciences. 2003.
16. Strassler HE, Anolik C, Frey C. High-strength, aesthetic provisional restorations using a bis-acryl composite. *Dentistry Today.* 2007. 26(128): 130–133.
17. Givens EJ, Neiva G, Yaman P, Dennison JB. Marginal adaptation and color stability of four provisional materials. *J Prosthodont.* 2008; 17(2): 97–101.
18. Stefanac SJ. Information Gathering and Diagnosis Development. *Treat Plan Dent.* 2007;3–30.
19. Takamizawa T, Barkmeier W, Tsujimoto A, Scheidel D, Erickson R, Latta M, et al. Mechanical Properties and Simulated Wear of Provisional Resin Materials. *Oper Dent.* 2014;
20. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:225-228.
21. Manak E, Arora A. A comparative evaluation of temperature changes in the pulpal chamber during direct fabrication of provisional restorations: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2011; 11:149-55.
22. Young HM, Smith CT, Morton D. Comparative in vitro evaluation of two provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2001; 85(2): 129–132.
23. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of provisional restorations' deficiencies: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2012. 24(1):26–38.
24. Koroğlu A, Sahin O, Dede DÖ, Yilmaz B. Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(4): 447–455.
25. Gupta G, Gupta T. Evaluation of the effect of various beverages and food material on the color stability of provisional materials - An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2011; 14(3):287–292.
26. Chen H-L, Lai Y-L, Chou I-C, Hu C-J, Lee S-Y. Shear Bond Strength of Provisional Restoration Materials Repaired with Light-cured Resins. *Oper Dent.* 2008; 33(5):508–515.

27. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson D V. Effect of storage solution on surface roughness of provisional crown and fixed partial denture materials. *J Prosthodont*. 2004; 13(4):227–232.
28. Strassler H LR. Chairside Resin- Based Provisional Restorative Materials for Fixed Prosthodontics. *Compend Contin Educ Dent*. 2011; 32(9):10-12.
29. Gratton DG, Aquilino SA. Interim restorations. *Dental Clinics of North America*. 2004;48(2):487-497.
30. Hagge MS, Lindemuth JS, Jones AG. Shear bond strength of bis-acryl composite provisional material repaired with flowable composite. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(1):47-52.
31. Bohnenkamp DM, Garcia LT. Repair of bis-acryl provisional restorations using flowable composite resin. *J Prosthet Dent*. 2004; 92(5):500-502.
32. Driscoll CF, Woolsey G, Ferguson WM. Comparison of exothermic release during polymerization of four materials used to fabricate interim restorations. *J Prosthet Dent*. 1991; 65(4):504-506.
33. Rutkunas V, Sabaliauskas V, Mizutani H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. *Dent Mater J*. 2010; 29(2):167–176.
34. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*. 2001; 190(6):309–316.
35. Ruyter E. Physical and Chemical Aspects Related to Substances Released from Polymer Materials in an Aqueous Environment. *Adv Dent Res*. 1995; 9(4):344–347.
36. García AH, Angel M, Lozano M, Vila JC, Escribano AB, Galve PF, et al. Resina compuesta. Revision de los materiales e indicacion clinica. *Med Oral*. 2006;11:215–220.
37. Conti C, Giorgini E, Landi L, Putignano A, Tosi G. Spectroscopic and mechanical properties of dental resin composites cured with different light sources. In: *Journal of Molecular Structure*. 2005; 744(747): 641–646.
38. Zhang M, Puska MA, Botelho MG, Säilynoja ES, Matinlinna JP. Degree of conversion and leached monomers of urethane dimethacrylate-hydroxypropyl methacrylate-based dental resin systems. *J Oral Sci*. 2016; 58(1):15-22.
39. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Influence of irradiant energy on degree of conversion, polymerization rate and shrinkage stress in an experimental resin composite system. *Dent Mater*. 2008; 24: 1164-1168.

40. Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Eur J Oral Sci.* 1982;
41. Eliades GC, Vougiouklakis GJ, Caputo AA. Degree of double bond conversion in light-cured composites. *Dent Mater.* 1987;
42. Schneider LFJ, Consani S, Ogliari F, Correr AB, Sobrinho LC, Sinhoreti MAC. Effect of Time and Polymerization Cycle on the Degree of Conversion of a Resin Composite. *Oper Dent.* 2008;
43. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater.* 1985; 1:11-14.
44. Knobloch LA, Kerby RE, Pulido T, Johnston WM. Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials. *J Prosthet Dent.* 2011; 106:118-125.
45. Craig RG. *Materiales de odontologia restauradora*, Décima Edición. 1998; 85-91;268-271.
46. Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater.* 2004; 20:726-732.
47. Pasha K, Bhatia S, Pandav G. An in- vitro study to compare and evaluate the hardness of various commercially available provisional restorative materials. *IP Ann Prosthodont Restor Dent.* 2018; 4(2):44-46.
48. Naik B, Mathur S. Evaluation Of Flexural Strength And Hardness Of Different Provisional Fixed Restorative Resins A Comparative Evaluation of Flexural Strength and Hardness of Different Provisional Fixed Restorative Resins With Varied Setting Reactions – An In Vitro Study. *Natl J Integr Res Med.* 2017;8(2):72–77.
49. Astudillo-Rubio D, Delgado-Gaete A, Bellot-Arcís C, Montiel-Company JM, Pascual-Moscardó A, Almerich-Silla JM. Mechanical properties of provisional dental materials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE.* 2018. 13(2).
50. Digholkar S, Madhav VN V., Palaskar J. Evaluation of the flexural strength and microhardness of provisional crown and bridge materials fabricated by different methods. *J Indian Prosthodont Soc.* 2016; 16(4), 328.
51. Fonseca RB, Marques AS, Bernades K de O, Carlo HL, Naves LZ. Effect of Glass Fiber Incorporation on Flexural Properties of Experimental Composites. *Biomed Res Int.* 2014; 2014:542-678.
52. Fonseca RB, Paula MS de, Favarão IN, Kasuya AVB, Almeida LN de, Mendes GAM, et al. Reinforcement of Dental Methacrylate with Glass Fiber after Heated Silane Application. *Biomed Res Int.* 2014; 2014:364-398.

53. Vieira C, Silva-Sousa YTC, Pessarello NM, Rached FAJ, Souza-Gabriel AE. Effect of high-concentrated bleaching agents on the bond strength at dentin/resin interface and flexural strength of dentin. *Braz Dent J.* 2012; 23(1):28-35
54. Balkenhol M, Mautner MC, Ferger P, Wöstmann B. Mechanical properties of provisional crown and bridge materials: Chemical-curing versus dual-curing systems. *J Dent.* 2008; 36:15-20.
55. Yap AUJ, Mah MKS, Lye CPW, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater.* 2004; 20:370–6.
56. Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH. In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *J Prosthet Dent.* 1998; 80:158-162.
57. Nejatidanesh F, Momeni G, Savabi O. Flexural strength of interim resin Materials for fixed prosthodontics. *J Prosthodont.* 2009; 18:507-511
58. Gujjari A, Bhatnagar V, Basavaraju R. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: An in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013; 24(2):172.
59. Jo L, Shenoy K, Shetty S. Flexural strength and hardness of resins for interim fixed partial dentures. *Indian J Dent Res.* 2011; 22(1):71.
60. Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 1999; 82(5):525-528.

APÊNDICES E ANEXOS

1- Dados de Microdureza

Material	Hora	Espécimes	Microdureza			Média
Protemp 4	1 h	1	2,46	2,07	3,01	2,51333333
Protemp 4	1 h	2	2,26	1,82	2,88	2,32
Protemp 4	1 h	3	2,43	2,15	2,02	2,2
Protemp 4	1 h	4	1,83	2,18	1,82	1,94333333
Protemp 4	1 h	5	2,11	1,98	1,84	1,97666667
Protemp 4	1 h	6	2,57	2,93	2,29	2,59666667
Protemp 4	1 h	7	2,08	1,94	2,3	2,10666667
Protemp 4	1 h	8	2,48	1,97	2,17	2,20666667
Protemp 4	1 h	9	2,09	1,84	2,02	1,98333333
Protemp 4	1 h	10	1,86	2,95	2,39	2,4
Protemp 4	1 h	11	1,87	1,98	2,09	1,98
Protemp 4	1 h	12	1,9	1,62	1,98	1,83333333
Protemp 4	1 h	13	1,96	1,97	2,65	2,19333333
Protemp 4	1 h	14	1,94	1,87	2,01	1,94
Protemp 4	1 h	15	1,87	1,57	2,26	1,9
Protemp 4	1 h	16	2,24	1,89	1,78	1,97
Protemp 4	1 h	17	1,86	1,8	1,94	1,86666667
Protemp 4	1 h	18	2,22	1,61	1,68	1,83666667
Protemp 4	1 h	19	2,7	2,87	2,52	2,69666667
Protemp 4	1 h	20	2,15	2,61	2,27	2,34333333
Protemp 4	6 h	1	2,27	2,12	2,62	2,33666667
Protemp 4	6 h	2	2,63	3	3,32	2,98333333
Protemp 4	6 h	3	2,72	2,48	2,64	2,61333333
Protemp 4	6 h	4	1,91	1,84	1,86	1,87
Protemp 4	6 h	5	1,85	2,24	2,47	2,18666667
Protemp 4	6 h	6	3,32	3,3	2,54	3,05333333
Protemp 4	6 h	7	2,49	2,66	3,07	2,74
Protemp 4	6 h	8	2,94	3,91	3,22	3,35666667

Protemp 4	6 h	9	3,4	2,45	2,08	2,64333333
Protemp 4	6 h	10	4,58	5,2	2,89	4,22333333
Protemp 4	6 h	11	2,97	2,06	3,14	2,72333333
Protemp 4	6 h	12	2,84	1,61	1,56	2,00333333
Protemp 4	6 h	13	3,76	2,27	1,83	2,62
Protemp 4	6 h	14	2,27	2,33	1,61	2,07
Protemp 4	6 h	15	1,51	1,91	3,14	2,18666667
Protemp 4	6 h	16	4,55	2,29	2,31	3,05
Protemp 4	6 h	17	3,22	2,84	2,63	2,89666667
Protemp 4	6 h	18	2,61	2,35	2,72	2,56
Protemp 4	6 h	19	3,84	3,16	3,08	3,36
Protemp 4	6 h	20	1,97	2,61	3,25	2,61
Protemp 4	24 h	1	2,64	2,32	3,13	2,69666667
Protemp 4	24 h	2	1,86	3,46	2,29	2,53666667
Protemp 4	24 h	3	2,64	2,29	2,34	2,42333333
Protemp 4	24 h	4	3,11	2,99	2,53	2,87666667
Protemp 4	24 h	5	2,64	2,46	3,05	2,71666667
Protemp 4	24 h	6	2,03	2,48	2,22	2,24333333
Protemp 4	24 h	7	5,48	3,68	2,04	3,73333333
Protemp 4	24 h	8	3,32	2,51	1,92	2,58333333
Protemp 4	24 h	9	2,2	2,62	3,89	2,90333333
Protemp 4	24 h	10	6,4	2,32	4,18	4,3
Protemp 4	24 h	11	2,48	2,11	2,12	2,23666667
Protemp 4	24 h	12	2,87	3,14	3,19	3,06666667
Protemp 4	24 h	13	4,81	1,93	2,36	3,03333333
Protemp 4	24 h	14	4,45	4,26	3,11	3,94
Protemp 4	24 h	15	1,97	4,17	2,5	2,88
Protemp 4	24 h	16	2,36	2,97	2,42	2,58333333
Protemp 4	24 h	17	2,97	3,16	2,94	3,02333333
Protemp 4	24 h	18	3,38	4,08	2,59	3,35
Protemp 4	24 h	19	2,82	3,32	3,11	3,08333333
Protemp 4	24 h	20	3,76	2,04	3,51	3,10333333
Protemp 4	48 h	1	3,52	3,35	3,11	3,32666667

Protemp 4	48 h	2	6,53	4,37	3,63	4,84333333
Protemp 4	48 h	3	2,2	2,28	2,82	2,43333333
Protemp 4	48 h	4	2,67	2,38	3,23	2,76
Protemp 4	48 h	5	3,1	3,46	2,55	3,03666667
Protemp 4	48 h	6	4,31	2,82	3,19	3,44
Protemp 4	48 h	7	6,85	5,15	2,94	4,98
Protemp 4	48 h	8	5,77	4,74	3,21	4,57333333
Protemp 4	48 h	9	5,58	3,47	3,06	4,03666667
Protemp 4	48 h	10	2,43	2,69	3,15	2,75666667
Protemp 4	48 h	11	2,63	2,29	2,17	2,36333333
Protemp 4	48 h	12	2,19	2,92	3,38	2,83
Protemp 4	48 h	13	3,08	2,59	2,89	2,85333333
Protemp 4	48 h	14	1,91	3,48	4,4	3,26333333
Protemp 4	48 h	15	3,92	2,29	2,82	3,01
Protemp 4	48 h	16	5,1	2,79	2,42	3,43666667
Protemp 4	48 h	17	2,77	2,2	1,98	2,31666667
Protemp 4	48 h	18	2,35	2,89	2,42	2,55333333
Protemp 4	48 h	19	3,38	4	3,69	3,69
Protemp 4	48 h	20	4,13	3,25	3,14	3,50666667
Protemp 4	96 h	1	3,04	4,06	3,43	3,51
Protemp 4	96 h	2	4,45	3,73	3,36	3,84666667
Protemp 4	96 h	3	4,06	3,45	2,31	3,27333333
Protemp 4	96 h	4	1,84	3,94	4,25	3,34333333
Protemp 4	96 h	5	2,56	2,42	2,14	2,37333333
Protemp 4	96 h	6	2,27	1,82	2,07	2,05333333
Protemp 4	96 h	7	3,11	4,06	2,92	3,36333333
Protemp 4	96 h	8	3,65	3,47	2,49	3,20333333
Protemp 4	96 h	9	3,2	2,57	3,43	3,06666667
Protemp 4	96 h	10	3,03	3,38	2,19	2,86666667
Protemp 4	96 h	11	3,54	3,05	2,77	3,12
Protemp 4	96 h	12	1,49	1,35	1,94	1,59333333
Protemp 4	96 h	13	3	1,97	2,07	2,34666667
Protemp 4	96 h	14	2,44	4	4,17	3,53666667

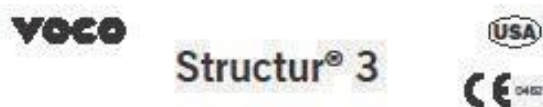
Protemp 4	96 h	15	4,08	4,87	2,04	3,66333333
Protemp 4	96 h	16	2,57	3,32	3,96	3,28333333
Protemp 4	96 h	17	4,13	5,34	4,98	4,81666667
Protemp 4	96 h	18	4,76	4,04	3,92	4,24
Protemp 4	96 h	19	4,4	4,13	4,17	4,23333333
Protemp 4	96 h	20	3,32	4,13	4,22	3,89
Structur 3	1 h	1	2,94	2,47	2,27	2,56
Structur 3	1 h	2	1,92	2	1,92	1,94666667
Structur 3	1 h	3	1,88	2,21	2,35	2,14666667
Structur 3	1 h	4	2,03	2,39	2,03	2,15
Structur 3	1 h	5	2,23	2,14	2,32	2,23
Structur 3	1 h	6	2,14	2,27	2,48	2,29666667
Structur 3	1 h	7	1,98	2,09	1,91	1,99333333
Structur 3	1 h	8	1,99	4,36	3,53	3,29333333
Structur 3	1 h	9	1,91	2,08	1,86	1,95
Structur 3	1 h	10	2,57	2,5	2,79	2,62
Structur 3	1 h	11	1,22	2,44	2,05	1,90333333
Structur 3	1 h	12	2,63	3,43	2,32	2,79333333
Structur 3	1 h	13	2,68	2,46	2,57	2,57
Structur 3	1 h	14	3,43	2,06	2,27	2,58666667
Structur 3	1 h	15	1,97	2,18	2,48	2,21
Structur 3	1 h	16	1,84	2,46	2,79	2,36333333
Structur 3	1 h	17	2,04	2,24	1,81	2,03
Structur 3	1 h	18	2,65	2,3	2,01	2,32
Structur 3	1 h	19	3,31	2,73	2,39	2,81
Structur 3	1 h	20	2,4	3,18	2,3	2,62666667
Structur 3	6 h	1	3,22	1,83	1,84	2,29666667
Structur 3	6 h	2	3,06	3,86	3,4	3,44
Structur 3	6 h	3	2,01	2,62	2,84	2,49
Structur 3	6 h	4	2,72	2,38	2,28	2,46
Structur 3	6 h	5	2,13	2,47	2,85	2,48333333
Structur 3	6 h	6	2,37	2,22	2,73	2,44
Structur 3	6 h	7	2,41	2,2	2,36	2,32333333

Structur 3	6 h	8	2,87	2,54	3,12	2,84333333
Structur 3	6 h	9	2,11	2,28	2,52	2,30333333
Structur 3	6 h	10	2,43	3,02	2,71	2,72
Structur 3	6 h	11	4,35	1,33	1,3	2,32666667
Structur 3	6 h	12	2,14	3,61	3,49	3,08
Structur 3	6 h	13	2,49	2,88	2,81	2,72666667
Structur 3	6 h	14	3,34	2,68	2,52	2,84666667
Structur 3	6 h	15	2,49	2,47	2,6	2,52
Structur 3	6 h	16	2,4	3	2,66	2,68666667
Structur 3	6 h	17	2,08	1,98	2,06	2,04
Structur 3	6 h	18	2,77	2,58	3,58	2,97666667
Structur 3	6 h	19	2,9	2,88	2,3	2,69333333
Structur 3	6 h	20	4,07	3,78	4,36	4,07
Structur 3	24 h	1	1,97	3,04	2,59	2,53333333
Structur 3	24 h	2	3,49	2,34	2,81	2,88
Structur 3	24 h	3	3,15	3,36	3,72	3,41
Structur 3	24 h	4	2,85	2,47	3,93	3,08333333
Structur 3	24 h	5	2,07	1,93	4,36	2,78666667
Structur 3	24 h	6	3,07	2,5	3,57	3,04666667
Structur 3	24 h	7	3,86	4,08	3,93	3,95666667
Structur 3	24 h	8	3,76	2,89	3,19	3,28
Structur 3	24 h	9	2,51	2,76	2,4	2,55666667
Structur 3	24 h	10	2,84	3,11	2,59	2,84666667
Structur 3	24 h	11	2,92	1,63	2,95	2,5
Structur 3	24 h	12	2,2	3,23	2,81	2,74666667
Structur 3	24 h	13	3,37	2,88	2,83	3,02666667
Structur 3	24 h	14	2,43	2,45	1,99	2,29
Structur 3	24 h	15	3,92	3,17	3,75	3,61333333
Structur 3	24 h	16	3,82	2,54	1,76	2,70666667
Structur 3	24 h	17	2,68	2,64	2,33	2,55
Structur 3	24 h	18	5,54	4,44	4,4	4,79333333
Structur 3	24 h	19	2,97	3,61	3,96	3,51333333
Structur 3	24 h	20	3,96	5,6	5,36	4,97333333

Structur 3	48 h	1	2,33	2,24	2,71	2,42666667
Structur 3	48 h	2	3,5	3,35	3,72	3,52333333
Structur 3	48 h	3	4,03	3,53	3,37	3,64333333
Structur 3	48 h	4	3,12	4,19	4,31	3,87333333
Structur 3	48 h	5	3,67	3,42	3,25	3,44666667
Structur 3	48 h	6	3,07	2,58	3,45	3,03333333
Structur 3	48 h	7	3,5	3,19	3,54	3,41
Structur 3	48 h	8	2,98	2,9	3,52	3,13333333
Structur 3	48 h	9	3,17	3,34	3,09	3,2
Structur 3	48 h	10	3,27	3,91	2,97	3,38333333
Structur 3	48 h	11	2,54	2,7	2,51	2,58333333
Structur 3	48 h	12	3,43	2,7	2,92	3,01666667
Structur 3	48 h	13	3,07	3,07	3,71	3,28333333
Structur 3	48 h	14	3,75	2,58	2,75	3,02666667
Structur 3	48 h	15	3,23	3,55	4,04	3,60666667
Structur 3	48 h	16	4,19	4,04	3,52	3,91666667
Structur 3	48 h	17	2,81	2,81	2,17	2,59666667
Structur 3	48 h	18	4,92	4,04	4,72	4,56
Structur 3	48 h	19	3,71	4,44	3,61	3,92
Structur 3	48 h	20	6,2	5,99	5,08	5,75666667
Structur 3	96 h	1	1,83	2,25	1,84	1,97333333
Structur 3	96 h	2	2,11	2,22	2,33	2,22
Structur 3	96 h	3	3,18	3	3,16	3,11333333
Structur 3	96 h	4	3,34	2,65	2,81	2,93333333
Structur 3	96 h	5	2,62	2,43	1,87	2,30666667
Structur 3	96 h	6	2,92	2,66	2,78	2,78666667
Structur 3	96 h	7	4,06	3,44	3,83	3,77666667
Structur 3	96 h	8	4,15	5,05	3,71	4,30333333
Structur 3	96 h	9	2,14	1,82	1,99	1,98333333
Structur 3	96 h	10	3,55	2,86	3,4	3,27
Structur 3	96 h	11	4,72	4,98	2,63	4,11
Structur 3	96 h	12	2,69	3,56	2,46	2,90333333
Structur 3	96 h	13	2,48	3,32	4,41	3,40333333

Structur 3	96 h	14	2,57	2,8	2,53	2,633333333
Structur 3	96 h	15	2,76	2,84	2,61	2,736666667
Structur 3	96 h	16	4,68	3,59	3,72	3,996666667
Structur 3	96 h	17	3,05	3,76	3,41	3,406666667
Structur 3	96 h	18	4,68	3,35	3,08	3,703333333
Structur 3	96 h	19	3,59	4,16	3,47	3,74
Structur 3	96 h	20	4,98	4,28	4,2	4,486666667

2-Instruções Structur3



Carefully read instructions prior to use

Product description:
Structur 3 is a cold polymerizing paste-paste system based on multifunctional methacrylic acid esters for the fabrication of temporary restorations.

Shades:
Structur 3 in the cartridge: A1, A2, A3, A3.5, B1, B3, C2, BL
Structur 3 in the QuickMix syringe: A1, A2, A3, B1

Indications:

- Fabrication of temporary crowns, bridges, inlays, onlays, partial crowns, veneers and temporary posts
- Fabrication of long-term temporary restorations
- Relining of prefabricated temporary crowns made of composite, polycarbonate or metal

Contraindications:
Structur 3 contains methacrylates, amines, isoprenes, benzoyl peroxide, BHT and should not be applied in cases of known allergies to these ingredients.

Type of application:

Preparation:

Structur 3 in the cartridge:
Insert Structur 3 cartridge into the VOCO dispenser (type 2) or a comparable dispenser. For technical reasons, there may be slight differences in the filling levels of the two cartridge chambers prior to initial use. In this case, remove the cartridge cap and carefully squeeze the material out until it is delivered evenly from both openings. Then attach a type 6 mixing tip and lock with a 90° turn clockwise. The material is extruded by pressing the lever and is automatically mixed in the correct ratio. After use, do not remove the mixing tip from the cartridge. Do not replace the used mixing tip with a new one until immediately before the next application. When changing the mixing tips, check the openings of the cartridge to ensure that the material can flow freely.

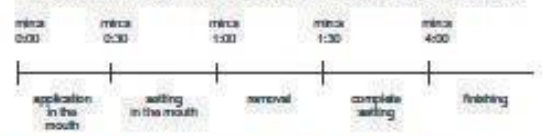
Structur 3 in the QuickMix syringe:
Remove the cap from the syringe by turning it anti-clockwise. Attach a type 10 mixing tip. The slots on the syringe and the mixing tip must correspond. The mixing tip is fixed by rotating it clockwise through 90°. The material is automatically mixed in the correct ratio in the tip as it is dispensed and can be applied immediately. All QM syringes come with a detachable piston. The piston can easily be pulled backwards out of the syringe and then reinserted. The seals in the syringe do not change their position while this is being done. This prevents cross-contamination of the material in the syringe.

Processing directions:
First level out any undercuts in the preparation using a non-eugenol cement.
Take an impression if not using prefabricated dental copings or similar restorative materials.
Prepare the impression by leveling undercuts and curing drainage channels. If the wall thickness of the temporary restoration is expected to be too thin, enlarge the impression, paying particular attention to removing the septums in the interdental embrasures. In case of gaps in the molar region, cut a groove in the impression to maintain a stable, bar-shaped connection in the temporary restoration.
Then clean and air dry the impression.

Apply Structur 3 directly into the impression, applying the material initially to the occlusal surface of the impression and filling up towards the gingival areas. To prevent the formation of bubbles during application, always keep the opening of the mixing tip immersed in the material. Insert the impression into the mouth no later than 30 seconds after commencement of mixing.

Remove the temporary restoration from the mouth during the elastic phase i.e. within 1 to 1.5 minutes after beginning to mix.
The setting process should additionally be monitored by observing the excess material in the mouth.

The setting time of material (in mixing tips) that has not been used cannot be compared to the setting time of the material in the mouth.
The working times at a room temperature of 23 °C and 50% humidity are as follows:



Different room temperatures may result in variations from the above times.
Higher temperatures shorten and lower temperatures extend these times.

Finishing:
Extract the temporary restoration from the impression after 4 minutes at the earliest and completely remove the inhibition layer, caused by oxygen in the air, by wiping with alcohol (e.g. ethanol).
Then carefully grind any excess material and rough areas near the gingiva.
If necessary, finish the temporary restoration with fine, cross-cut carbide burs.
If required, polish the temporary restoration manually (e.g. with a rubber polisher, fine sandpaper or goat hair brush).

Luting:
Carefully clean and dry the core, if necessary removing any insulating material.
Attach the finished temporary restorations with a temporary luting cement.
Eugenol cements can inhibit the setting of luting composites that may be used later as the permanent luting stage. If a luting composite is to be used for permanent luting, attach the temporary restoration with a eugenol-free cement.

3-Instruções Protemp4

3M ESPE

Protemp™ 4

- (en) Temporization Material
- (de) Temporäres Kronen- und Brückenmaterial
- (fr) Matériau provisoire
- (it) Composito per la realizzazione di provvisori
- (es) Material para provisionalización
- (pt) Material de temporização

Instructions for Use
Gebrauchsinformation
Mode d'emploi

Informazioni per l'uso
Instrucciones de uso
Instruções de uso

3M Deutschland GmbH
Dental Products
Carl-Schurz-Str. 1
41453 Neuss – Germany

3M ESPE
Dental Products
St. Paul, MN 55144-1000 U.S.A.

3M, ESPE, Filtek, Garant, Penta, Protemp, RelyX and Sof-Lex are trademarks of 3M Company or 3M Deutschland GmbH. Used under license in Canada. © 2012, 3M. All rights reserved.



4400018449701

Preparatory Work

- ▶ Take an alginate, silicone, or polyether impression from the intact row of teeth.
 - Instead of an impression, a laboratory-made vacuum-formed template or, for single crowns, a preformed crown can be used for shaping.
- ▶ To enhance the strength of the temporary restoration, remove interproximal grooves in the impression. If required due to tight spacing conditions, enlarge the relevant sites by cutting.
- ▶ For easy replacement in the mouth, relieve undercuts.
- ▶ With missing teeth or gaps in the molar area, cut a groove into the impression to produce a stable, bar-shaped connection in the temporary restoration.
- ▶ If required, prior to taking the impression close any gaps between front teeth with denture teeth acting as spacers; interlock multiple denture teeth with wax.

Times

00:00–00:40 min:sec	Place Protemp™ 4 into the impression or into the matrix/model and reposition in the mouth
00:40–01:40 min:sec	Setting in the mouth or in the matrix/model
01:40–02:50 min:sec	Best point in time for removal of the impression or of the matrix/model
Up to 05:00 min:sec	Complete setting
From 05:00 min:sec	Removal of the temporary restoration from the impression or from the matrix/model, finishing

The above processing times are applicable to products which have been stored and processed at a temperature of 23°C/74°F and at 50% relative humidity. Higher temperatures shorten these times, while lower temperatures extend them. The size of the restoration also has an impact on the setting times: as the size of the workpiece increases, the setting accelerates.

Dosing and Mixing

The pastes are dosed and statically mixed in the Garant dispenser. Use the enclosed original Garant™ Mixing Tips Blue only!

During the initial dosing

- ▶ **Remove and discard the cartridge lid.** Under no circumstances should the cartridge lid be used to reseal the cartridge as this could result in the inclusion of air bubbles.
- ▶ Check whether both cartridge openings are free from obstruction and remove obstructing material, if any, with a suitable instrument.
- ▶ Before a mixing tip is applied for the first time, squeeze paste out onto a mixing pad until the base and catalyst pastes are at the same level. Discard the paste which has been squeezed out.

Application

It takes the material a certain amount of time to emerge from the newly attached mixing tip. The flow of material is interrupted as soon as the pressure on the handle is reduced. Material that has set inside the mixing tip should not be extruded by force, as this may damage both the cartridge and the mixing tip. Core build-ups which are fabricated using composites, compomers, or resin-modified glass-ionomer cements must be sealed off before the application of Protemp™ 4, e.g., using Vaseline.

- ▶ First, install a new mixing tip.
- ▶ Prior to each application, extrude a small (pea-sized) amount of paste from the mixing tip onto a mixing pad and discard this material.
- ▶ Subsequently load the dried impression or vacuum-formed template in the relevant spaces from the bottom up.
- ▶ Reposition the impression or vacuum-formed template in the mouth/on the model.
- ▶ The material attains a hard-elastic consistency within 1 min 40 sec after the onset of mixing. The material and the impression or vacuum-formed template must be removed from the mouth/model within 2 min 50 sec after the onset of mixing.
- ▶ Check the setting process by observing the excess material in the mouth or on the matrix/model.
- ▶ Keep the filled mixing tip on the cartridge to serve as a closure until the next use.

Finishing

- ▶ Completely remove the oxygen inhibition layer using alcohol (e.g., ethanol) once the material is completely cured (not earlier than 5 minutes after the onset of mixing). Polish if desired, e.g., with Sof-Lex™ polishing disks.
- ▶ After the product has cured completely, remove any residues.
- ▶ If necessary, finish and polish the temporary restoration using fine carbide burs.
- ▶ Do not breathe polishing dust. Use mouth protective device, safety glasses and aspiration.